

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a zařízení

Úprava mobilních nájezdových ramp pro vozíčkáře
Modification of Mobile Access Ramps for Wheelchair
Users

Student:

Lipjak Ondřej

Vedoucí bakalářské práce:

Dr.Ing. Jaroslav Melecký

Ostrava 2020

Zadání bakalářské práce

Student: **Ondřej Lipjak**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma: **Úprava mobilních nájezdových ramp pro vozíčkáře**
Modification of Mobile Access Ramps for Wheelchair Users
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci řešení bakalářské práce zpracujte konstrukční návrh individuálních úprav mobilních nájezdových ramp pro vozíčkáře. Zaměřte se na prodloužení ramp z 1-2 m délky na 4-5 m, a to s ohledem na délku vnitřního schodiště panelového domu.

Bakalářská práce bude dále obsahovat:

- analýzu a řešení dané problematiky
- popis a zhodnocení stávajícího stavu
- variantní řešení úprav a jejich vyhodnocení
- detailní rozpracování optimální varianty
- volbu vhodného sklonu rampy
- volbu vhodného materiálu s ohledem na hmotnost a únosnost
- podporu návrhu pomocí kontrolních výpočtů metodou MKP
- úvahu o způsobu brzdění při sjíždění z rampy
- celkové vyhodnocení a přínos
- příslušnou výkresovou dokumentaci

Bližší specifikace nutných technických údajů a požadavků bude upřesněna v průběhu řešení na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČÁSENSKÝ, M. *Metodika konstruování*. 1. vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1990. 122 s.
LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
MYNÁŘ, V. A KOL. *Části strojů*. VŠB-TU Ostrava, 1978. 398 s.
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha, Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha, Český normalizační institut, 1996. 32 s.
<http://www.horizont-nare.cz/horizont-nare/eshop/12-1-Najezdove-liziny/0/5/147-Lizina-GARCIA-2352>
<http://www.invalidninajezdy.eu/rampy/str16/>
<http://www.invalidninajezdy.eu/rampy/atv16/>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Jaroslav Melecký**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce Dr. Ing. Jaroslava Meleckého a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

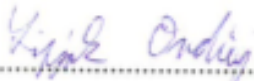
V Rychvaldě dne 18.5.2020


Ondřej Lipjak

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на вѣдомі, же - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18.5.2020


.....
Podpis autora práce

Ondřej Lipjak
Lípová 76
Rychvald 735 32

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lipjak, Ondřej. *Úprava mobilních nájezdových ramp pro vozíčkáře*. Ostrava, 2020. 56 s. Bakalářská práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování. Vedoucí práce: Dr.Ing. Jaroslav Melecký

Bakalářská práce se zabývá úpravou mobilních nájezdových ramp pro vozíčkáře. Hlavní podmínkou úpravy je prodloužení ramp z 1-2 metrů na 4-5 metrů. V první části práce se zaměřuji na seznámení se s trhem, nabízenými produkty, jejich zpracování a cenou. Další část bakalářské práce tvoří technická zpráva obsahující upřesnění zadání, požadavkový list, funkční strukturu, orgánovou strukturu, hrubou a úplnou stavební strukturu. V poslední části práce jsou kontrolní výpočty. Rampy jsem nakonec kontroloval pomocí počítače pomocí metody konečných prvků.

ANNOTATION OF THESIS

Lipjak, Ondřej. *Modification of Mobile Access Ramps for Wheelchair Users*. Ostrava, 2020. 56 s. Bachelor thesis. VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Desing. Thesis lead: Dr.Ing. Jaroslav Melecký

My Bachelor Thesis is dealing with the modification of mobile access ramps for wheelchair users. The main goal of the draft is extension of ramps from 1-2 meters to 4-5 meters. In the first part of my thesis I focus on getting acquainted with market of offered products, their processing and price. The following part of this thesis is formed by the technical report containing the specification of the assignment, the list of requirements, functionality and body structure, rough and complete body structure. In the last part of my thesis I concentrate on checking the calculations. Finally I checked the ramps by the finite element method with using computer.

Obsah

Přehled použitých značek.....	9
1 ÚVOD	11
2 REŠERŠE	12
2.1 Rampy	12
2.2 Materiál.....	15
3 Patenty [7]	19
4 KONSTRUKČNÍ NÁVRH.....	20
4.1 Upřesnění zadání.....	20
4.2 Požadavkový list	20
4.3 Kritéria pro hodnocení	21
4.4 Transformační schéma.....	22
4.5 Funkční struktura.....	23
4.6 Volba ližin k úpravě.....	24
4.7 Morfologická matice.....	24
4.8 Orgánová struktura.....	25
4.9 Hrubá stavební struktura	27
4.10 Úplná stavební struktura	28
5 Popis součástí.....	30
6 Výpočet.....	32
6.1 Vhodný sklon rampy	32
6.2 Maximální zatížení a moment síly a ideální sklon	33
6.2.1 Výpočet sil a mezního momentu	33
6.2.2 Výpočet hmotnosti a sklonu pro muže	34
6.2.3 Výpočet hmotnosti a sklonu pro ženy.....	35
6.3 Průhyb ližin.....	36
6.3.1 Základní parametry a profil ližiny	36
6.3.2 Poloha těžiště	36
6.3.3 Osové momenty setrvačnosti a deviační moment setrvačnosti k těžišti	38
6.3.4 Hlavní centrální momenty <i>J_{min}</i> a <i>J_{max}</i>	40
6.3.5 Ověření výsledků v Autodesk Inventor	40
6.3.6 Průhyb uprostřed nosníku	41
6.3.7 Průhyb mezi jednotlivými schody	42
6.4 Kontrola nýtového spoje.....	43
6.5 Minimální poloměr ohybu daného plechu.....	44

7	Zásadní úpravy oproti původním ližinám	45
8	Orientační náklady na výrobu	46
9	MKP pevnostní analýza.....	47
9.1	Kontrola průhybu celé ližiny.....	47
9.2	Kontrola průhybu mezi dvěma schody	48
10	Důležité výsledky.....	49
11	Způsob výjezdu po rampě.....	50
12	Úvaha o způsobu brždění při sjíždění z rampy.....	51
13	Závěr	52
14	Poděkování	53
15	Seznam použité literatury.....	54
16	Seznam výkresové dokumentace	56

Přehled použitých značek

Tab. 1 Přehled použitých značek a veličin

Značka	Popis	Jednotka
r_{min_p}	Minimální poloměr ohybu plechu	[mm]
h_c	Celková výška schodiště	[cm]
h_s	Výška jednoho schodu	[cm]
F_1	Síla působící kolmo na přítlačnou sílu	[N]
F_2	Síla pro výpočet momentu M_k (bez koeficientu bezpečnosti)	[N]
$F_{\bar{c}}$	Síla působící kolmo na ližinu bez koeficientu bezpečnosti	[N]
$F_{\bar{z}}$	Síla ženské paže	[N]
F_G	Maximální zatížení	[N]
F_N	Přítlačná síla	[N]
F_l	Působící síla	[N]
F_m	Síla mužské paže	[N]
J_{max}	Hlavní centrální moment	[mm ⁴]
J_{min}	Hlavní centrální moment	[mm ⁴]
J_{yTzT}	Deviační moment setrvačnosti	[mm ⁴]
J_{yt}	Osový moment setrvačnosti	[mm ⁴]
J_{zt}	Osový moment setrvačnosti	[mm ⁴]
$M_{\bar{z}}$	Maximální moment ženské paže	[N·mm]
M_k	Moment síly na jedno kolo	[N·mm]
M_m	Maximální moment mužské paže	[N·mm]
R_e	Mez kluzu	[MPa]
W_{JS}	Průhyb mezi dvěma schody	[mm]
W_R	Průhyb ližiny mezi dvěma schody	[mm]
W_c	Průhyb jedné ližiny	[mm]
W_{max}	Maximální povolený průhyb	[mm]
d_1	Průměr kola invalidního vozíku	[mm]
k_m	Koeficient bezpečnosti	[-]
l_c	Celková délka schodiště	[cm]
l_r	Celková délka rampy	[cm]
l_s	Délka náslapné plochy jednoho schodu	[cm]
$m_{\bar{z}}$	Maximální hmotnost ženy pro sklon α	[kg]
$m_{\bar{z}'}$	Pomocná hmotnost pro výpočet hmotnosti ženy	[kg]
m_c	Maximální hmotnost s koeficientem bezpečnosti	[kg]
m_i	Maximální nosnost vozíku	[kg]
m_l	Hmotnost ližiny	[mm]
m_m	Maximální hmotnost muže pro sklon α	[kg]
$m_{m'}$	Pomocná hmotnost pro výpočet hmotnosti muže	[kg]
m_v	Hmotnost vozíku	[kg]
m_{vi}	Hmotnost vozíku + maximální nosnost vozíku	[kg]
p_D	Dovolený tlak	[MPa]
y_T	Poloha těžiště v ose y	[mm]
z_T	Poloha těžiště v ose z	[mm]
a	Délka části rampy	[mm]
b	Délka části rampy	[mm]
c	Délka části rampy	[mm]
d	Délka části rampy	[mm]

e	Délka části rampy	[mm]
f	Délka části rampy	[mm]
g_z	Gravitační zrychlení	[m/s ²]
g	Délka části rampy	[mm]
h	Délka části rampy	[mm]
ch	Délka části rampy	[mm]
i_s	Počet schodů	[-]
i	Délka části rampy	[mm]
W	Průhyb	[mm]
p	Kontrola na otláčení	[MPa]
t	Tloušťka plechu	[mm]
α	Sklon schodiště	[°]
β	Maximální úhel sklonu rampy při hmotnosti muže 180 kg	[°]
σ_{Dt}	Dovolené napětí v tahu	[MPa]
τ_{DS}	Dovolené smykové napětí	[MPa]
τ_s	Kontrola na střih	[MPa]
γ	Maximální úhel sklonu rampy při hmotnosti ženy 180 kg	[°]

1 ÚVOD

Hlavním cílem této práce je úprava nájezdových mobilních nájezdových ramp pro vozičkáře tak, aby byly prodlouženy z 1-2 metrů na 4-5 metrů s ohledem na délku vnitřního schodiště panelového domu. Důraz je kladen na co možná nejnížší hmotnost a rozměry ve složeném stavu s ohledem na to, aby s navrženými rampami byla přívětivá manipulace a měly dostatečnou únosnost. Rampy by měly být odolné vůči ohybu, korozi, oděru. Rampy budou navrženy tak, aby byly dobře skladné. Důraz bude kladen na bezpečnost. Rampy by se neměly posunout ani uklouznout při používání.

2 REŠERŠE

2.1 Rampy

Na trhu se nachází velké množství mobilních nájezdových ramp. Rampy jsou děleny dle rozměrů, hmotnosti, nosnosti, materiálu, atd.

- Ližina GARCÍA 2351 [1]

- Délka složené ližiny 93 cm
- Délka rozložené ližiny 213 cm
- Vnější šířka 16,5 cm
- Vnitřní užitná šířka 11,5 cm
- Vnitřní užitná hloubka 4,5 cm
- Nosnost ližiny 90 kg
- Hmotnost obou ližin 7,3 kg
- Cena 10 588 Kč



Obrázek 1-Ližina GARCÍA 2351

- Ližina GARCÍA 2350 [2]

- Délka složené ližiny 74,5 cm
- Délka rozložené ližiny 151 cm
- Vnější šířka 16,5 cm
- Vnitřní užitná šířka 11,5 cm
- Vnitřní užitná hloubka 4,5 cm
- Nosnost ližiny 90 kg
- Hmotnost obou ližin 6 kg
- Cena 7 260 Kč



Obrázek 2-Ližina GARCÍA 2350

- Hliníkové nájezdy víceúčelové – skládací ATV016 [3]
 - Délka 213 cm
 - Celková nosnost v páru 544 kg
 - Šířka 22 cm
 - Materiál – hliník
 - Cena 4 279 Kč



Obrázek 3-Hliníkové nájezdy víceúčelové - skládací ATV016

- Skládací rampy pro invalidní vozíky STR 001 [4]
 - Délka 122 cm
 - Šířka 73 cm
 - Nosnost 250 kg
 - Materiál – 6061-T5 hliník
 - Cena 3 744 Kč



Obrázek 4-Skládací rampy pro invalidní vozíky STR 001

- Ocelová nakládací rampa [5]
 - Délka 192 cm
 - Šířka 23 cm
 - Výška 4,5 cm
 - Nosnost obou ramp 450 kg
 - Hmotnost každé rampy 7,55 kg
 - Materiál ocel s PÚ pozinkováním
 - Cena 1 479 Kč



Obrázek 5-Ocelová nakládací rampa

- Nájezdové rampy PONDUS T2 [6]
 - Celková délka 203 cm
 - Délka ve složeném stavu 118 cm
 - Šířka tratě 19,5 cm
 - Max převýšení 40 cm
 - Hmotnost páru 12 kg
 - Celková nosnost 300 kg
 - Materiál hliník
 - Cena 7 960 Kč



Obrázek 6-Pondus T2

2.2 Materiál

- Hliník [8]
 - AlMg1SiCu (EN AW-6061)
 - Středně až vysoce tepelně odolná slitina s velmi dobrou odolností vůči korozi a velmi dobrou svařitelností. Má střední únavovou pevnost a výbornou tvárnost. Materiál je vhodný k okrasnému i běžnému eloxování a je vhodný pro komponenty pro dopravu, segmenty mostních konstrukcí, architektury nebo pro rámy jízdních kol. Není vhodný pro složité průřezy.
 - AlMgSi (EN AW-6060)
 - Středně odolná tepelně zpracovatelná slitina. Má velmi dobrou odolnost vůči korozi, velmi dobrou svařitelnost a dobrou tvárnost za studena. Slitina je vhodná pro eloxování. Materiál je vhodný pro komponenty pro dopravu, segmenty mostních konstrukcí, architektury, pro rámy jízdních kol, podlahy kamiónů a přívěsů, flexibilní montážní systémy atd.
 - AlMg0.7Si (EN AW-6063)
 - Středně silná slitina běžně označovaná jako architektonická. Má dobrou povrchovou úpravu, vysokou odolnost vůči korozi, snadno se svařuje a může být eloxován. Materiál je chemicky stálý. Dá se obrábět, leštit i tvářet. Obvykle se používá ve složitých výliscích, architektonických aplikacích, okenních rámech, dveřích atd.
- Nerez [13]
 - 1.4301 (AISI 304)
 - Chrom-niklová austenitická ocel. Jedná se o nejvíce rozšířenou a používanou korozivzdornou ocel na světě. Má nízký obsah uhlíku a tím je dobře svařitelná. Dále má velmi dobrou tažnost za studena, dobře se ohýbá a je dobře leštitelná. Špatně se obrábí – při obrábění se musí použít velmi ostré nástroje. Odolává teplotám do 350°C, vodě, vlhkosti vzduchu, slabým organickým i anorganickým kyselinám. Nejvíce se používá v potravinářském průmyslu, ale lze použít ve strojírenství i architektuře.
 - 1.4306 (AISI 304L)
 - Má extrémně nízký obsah uhlíku, což vede ke zvýšené odolnosti proti mezi krystalové korozi. Má i mírně zvýšený obsah niklu. Materiál je dobře svařitelný, dobře se ohýbá a tvaruje za studena a je dobře leštitelný. Špatně se obrábí, ale o něco lépe než nerez 1.4301. Také je lépe tvárnitelná než 1.4301. Použití v chemickém, strojním a stavebním průmyslu.

- 1.4404 (AISI 316L)
 - Kyselinovzdorná chromnikl-molybdenová ocel s nízkým obsahem uhlíku do 0,03%. Je vysoce odolná proti koncentrovaným kyselinám jak organickým, tak i anorganickým. Má výrazně zvýšenou odolnost vůči všem typům koroze. Po svařování si ocel zachovává vysokou odolnost vůči mezi krystalové korozi. Vyznačuje velmi dobrými mechanickými vlastnostmi při lisování, ohýbání a tažení. Použití v chemickém, strojním a stavebním průmyslu.

- 1.4571 (AISI 316Ti)
 - Kyselinovzdorná chromnikl-molybdenová ocel, která je stabilizovaná přísadou titanu. Díky molybdenu má vyšší odolnost proti roztokům kyselin, zabraňuje vzniku rizika hluboké místní koroze. Má vyšší mez kluzu i pevnost. Díky titanu není po svařování silnějších materiálů zapotřebí žádná tepelná úprava. Nelze svařovat plamenem a leštit do vysokého lesku. Vyznačuje velmi dobrými mechanickými vlastnostmi při lisování, ohýbání a tažení.

- Ocel
 - 11 373 (S 235 JRG 1) [10]
 - Konstrukční ocel vhodná k lisování, kování, svařování a ohýbání za studena.

 - 11 523 [14]
 - Nelegovaná konstrukční jemnozrnná jakostní ocel vhodná ke svařování. Mostní a jiné svařované konstrukce, ohýbané profily, svařované konstrukce z dutých profilů a součásti strojů, automobilů, motocyklů a jízdních kol. Součásti tepelných energetických zařízení a součásti tlakových nádob vyrobených z tyčí.

- Profily:
 - Hliníkové plechy hladké [18]

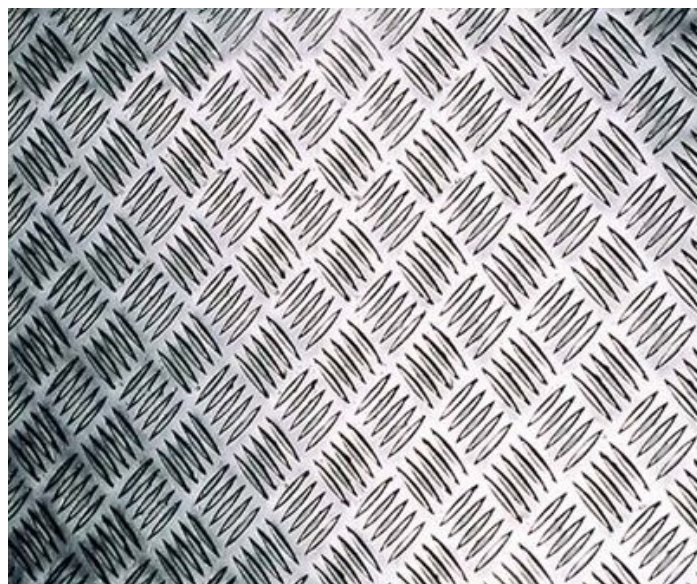


Obrázek 7-Hladký plech

- Hliníkové protiskluzové (slzičkové) plechy [16]
 - Používají se především v automobilovém a loďařském průmyslu, také ve strojírenství a stavebnictví. Ideálně se hodí pro pochozí a podlahové prvky – podesty, schodnice, podlahy, obklady stěn, k výrobě úložných beden, polic, skříní, atd. Mají různé provedení: Quintett, Duett, Diamond, atd.



Obrázek 8-Diamond

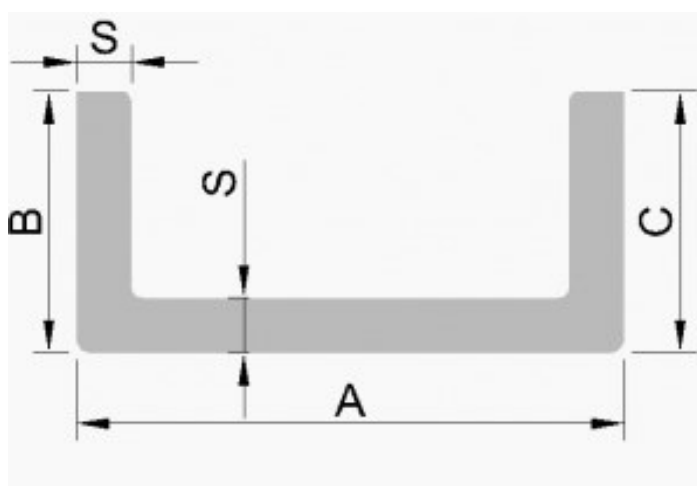


Obrázek 9-Quintett



Obrázek 10-Duett

- U profily [17]



Obrázek 11-U profil

3 Patenty [7]

Nebyly nalezeny žádné patenty.

4 KONSTRUKČNÍ NÁVRH

4.1 Upřesnění zadání

Mobilní rampy budou sloužit k překonání překážky pro vozíčkáře do délky maximálně 5 metrů. Je třeba zajistit, aby rampy byly dobře skladné, nebyly moc těžké a dalo se s nimi dobře manipulovat. Rovněž je třeba zajistit, aby se rampy při používání příliš neprohnuly a neuklouzly.

4.2 Požadavkový list

Tab. 2 Seznam požadavků

Specifikace požadavků	podmínka	přání
FUNKCE, ÚČINKY A FUNKČNÍ PARAMETRY:		
- snadné složení, rozložení	x	
- maximální rozměry při rozložení 5000 x 450 x 250 mm	x	
-maximální rozměry při složení 1750x450x250 mm	x	
- bezpečné uchycení při užití	x	
-zamezit samovolnému rozložení	x	
-hmotnost jedné ližiny max. 20 kg	x	
- možnost oprav		x
PROVOZ:		
- Prostředí:		
- vlhké, znečištěné, změny teplot		
- Četnost použití: vysoká		
- Požadovaná životnost: minimálně 5 let	x	
- Údržba:	x	

- minimální (např.: čištění, promazání)		x
- žádná		x
ERGONOMIE:		
- Tvar ližin z hlediska bezpečnosti:		
- bezpečnost proti poranění (nesmí být ostré hrany, otřepy, přechody)	x	
- při případné nehodě nesmí poškodit ližinu, vozičkáře, případně dopomoci	x	
- Tvar		x
VZHLED:		
- Povrch		x
- odolný vůči poškození	x	
- vhodný k čištění	x	
- barevně zpracovaný		x
- vhodně ošetřený proti korozi	x	
VÝROBA:		
- Malá série		
EKONOMIE:		
- konkurenceschopný	x	

4.3 Kritéria pro hodnocení

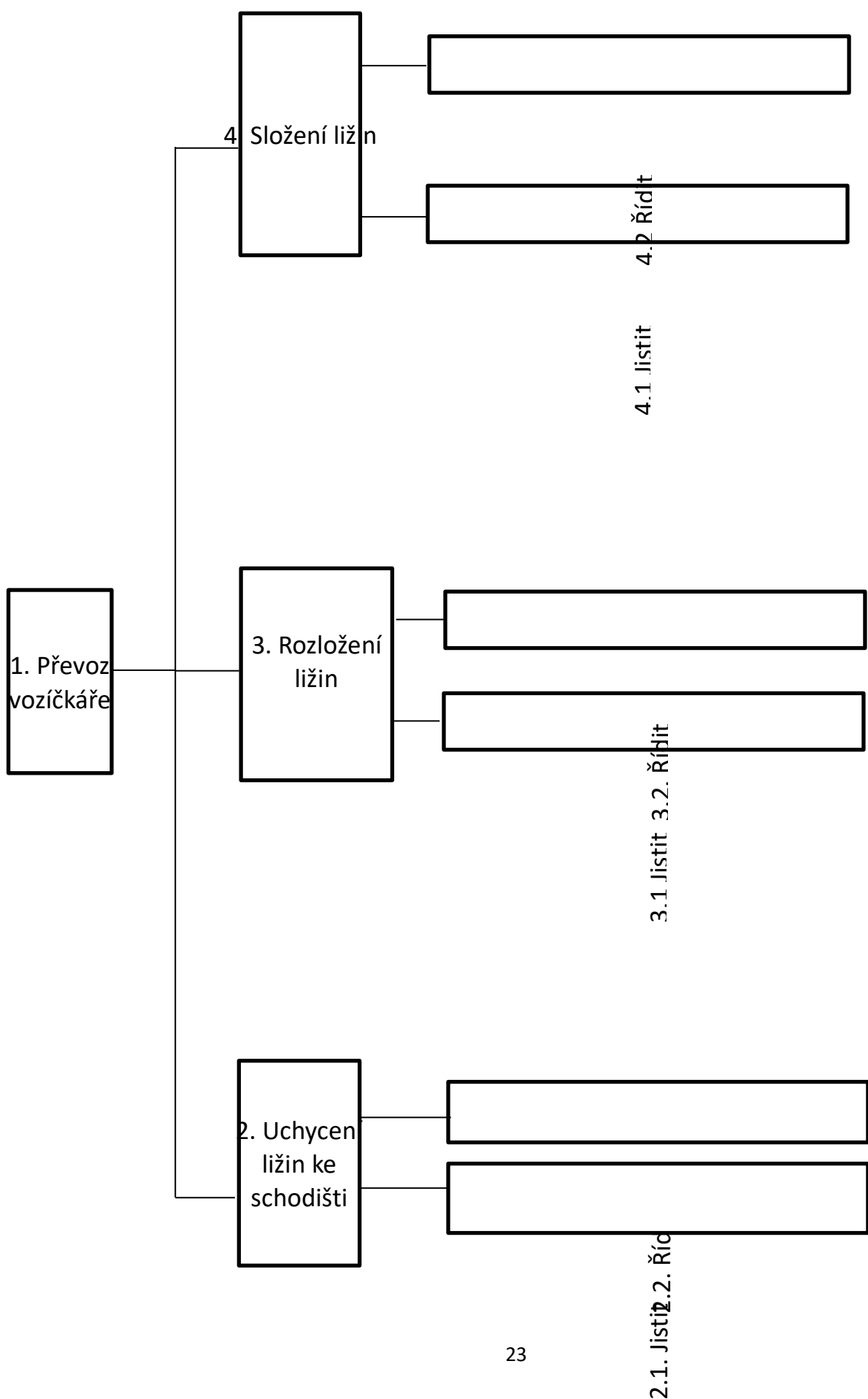
- Hmotnost 25%
- Snadná montáž a demontáž 20%
- Uchycení ke schodišti 20%
- Vzhled 5%
- Bezpečnost 30%

4.4 Transformační schéma

Ližiny 1-2 m



4.5 Funkční struktura



4.6 Volba ližin k úpravě

Pro další část práce se vyberou tři rampy, u kterých se bude uvažovat o úpravách tak, aby se vyhovělo zadání a z nich se poté vybere jedna varianta, která bude dále řešena detailněji. Varianta č.1 jsou ližiny PONDUS T2 [6], varianta č.2 jsou ližiny ATV016 [3], varianta č.3 je ocelová nakládací rampa [5].




4.7 Morfologická matice

Tab.3 Morfologická matice

Dílčí funkce	Funkční principy/ orgány - nositelé funkcí		
	1. varianta	2. varianta	3. varianta
Rozložení	Teleskopické	Sklápěcí	-
Zajištění proti samovolnému rozložení	Zámek	Popruh	-
Zajištění proti uklouznutí ližin	Opěrné body	Opěrné body	Opěrné body
Zajištění proti klouzání vozíku	Rýhovaný povrch s protiskluzovými vlastnostmi	Protiskluzový povrch	

4.8 Orgánová struktura

Tab. 4 Orgánová struktura

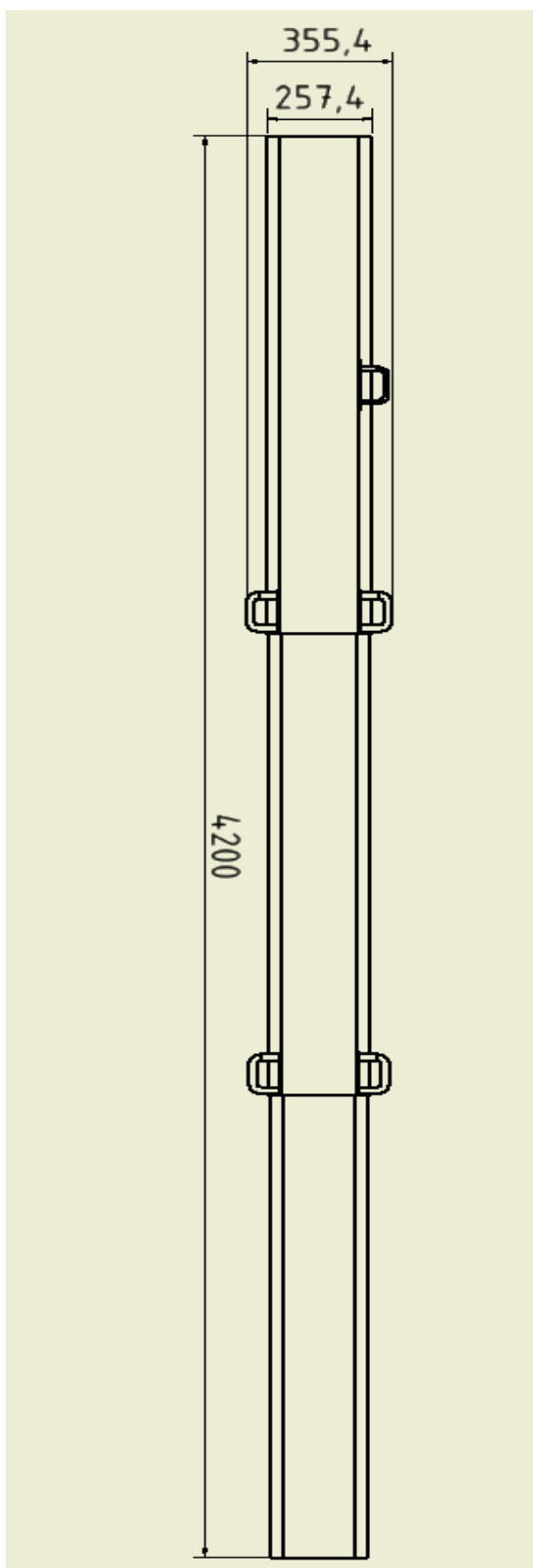
				
Kritéria	váha [%]	1. Varianta	2. Varianta	3. Varianta
Hmotnost	25	1	2	3
Snadná montáž a demontáž	20	2	3	1
Uchycení ke schodišti	20	1	1	1
Vzhled	5	1	2	3
Bezpečnost	30	1	1	3
Hodnocení	Technické nedostatky		Skládání přes pant	Nejsou složité
	Náklady	3	2	1
Průměrná známka		1,5	1,83	2
Pořadí		1	2	3

Hodnocení bylo použito jako ve škole:

- 1 nejlepší
- 5 nejhorší

Dle vyhodnocení se jeví jako nejlepší varianta č.1, která se bude dále detailně řešit. Zbylé dvě varianty jsou nevyhovující. Varianta č.3 je nesložitelná a představa, že člověk manipuluje se čtyř až pěti metrovou rampou je nemyslitelná. Varianta č.2 není špatná, ale složení pomocí sklápění přes pant není příliš vhodná ve vnitřních prostorech.

4.9 Hrubá stavební struktura

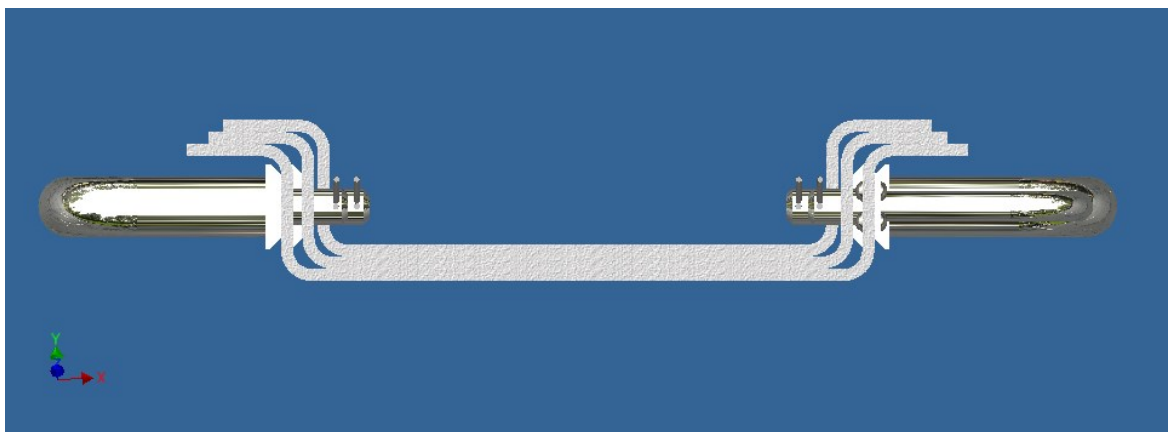


Obrázek 12-Hrubá stavební struktura

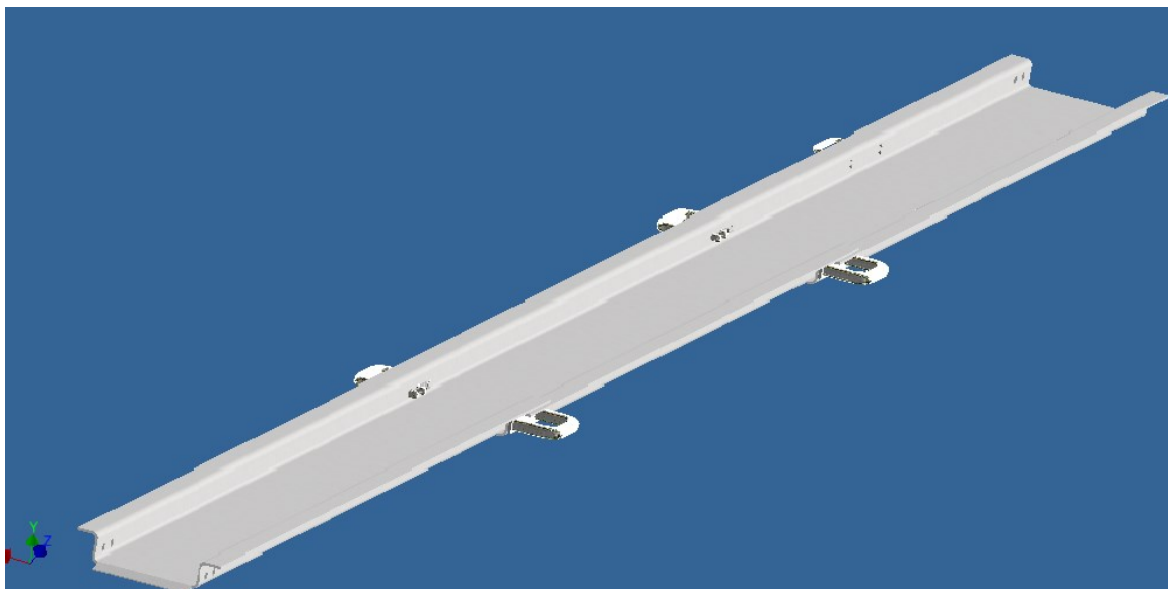
4.10 Úplná stavební struktura



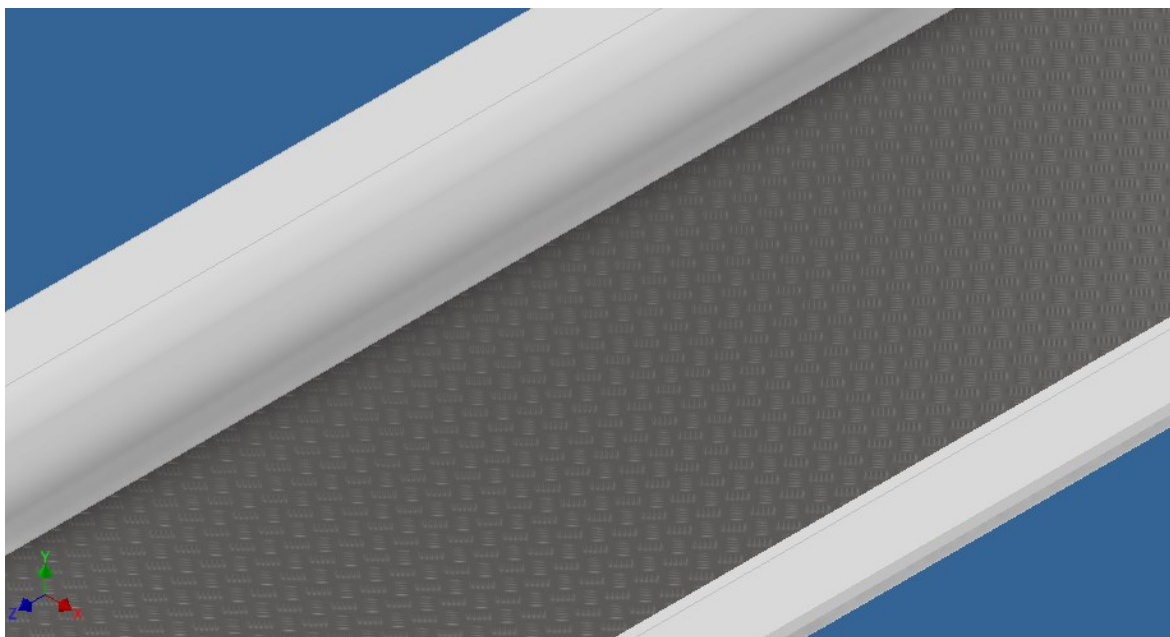
Obrázek 13-Úplná stavební struktura-nárys



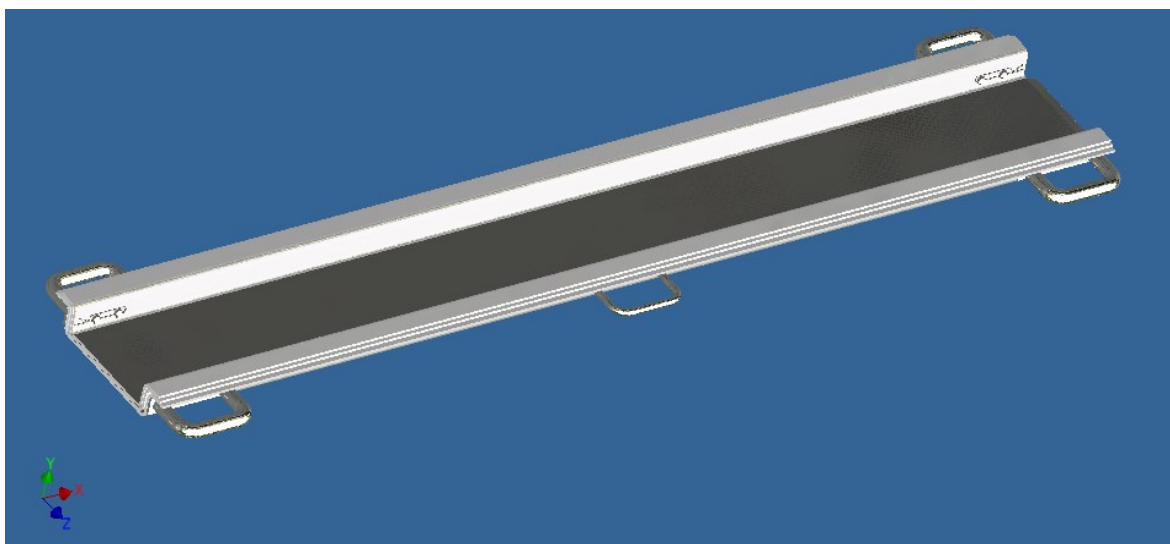
Obrázek 14-Úplná stavební struktura-bokorys



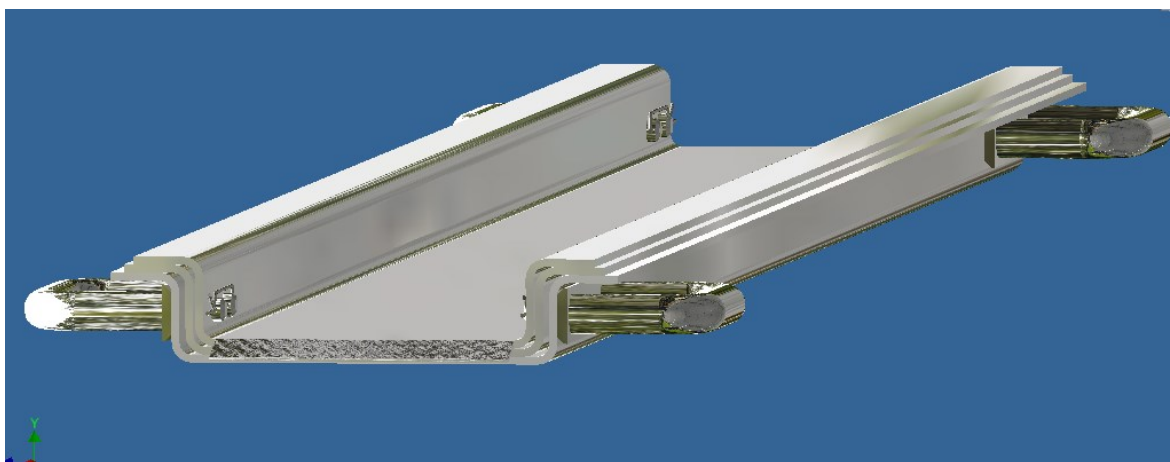
Obrázek 15-Úplná stavební struktura-axonometrie



Obrázek 16-Detail rampy-axonometrie



Obrázek 17-Složená rampa-axonometrie 1

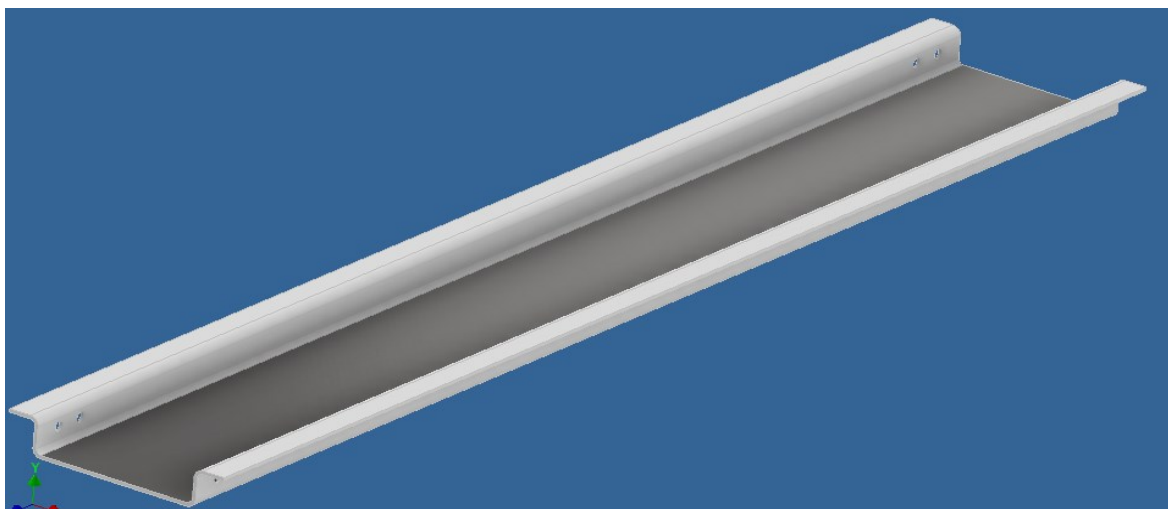


Obrázek 18-Složená rampa-axonometrie 2

5 Popis součástí

- Ližiny

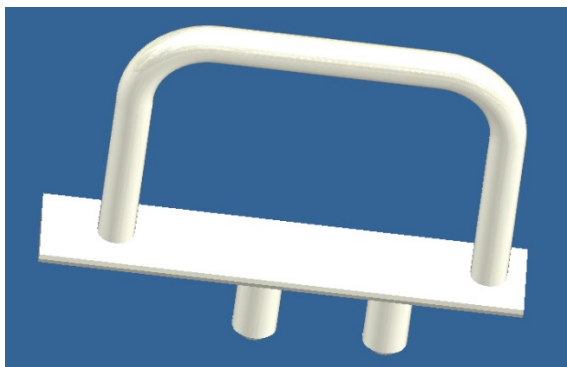
Budou vyrobeny z materiálu AlMg1SiCu (EN AW-6061) a bude použit plech, který se následně bude ohýbat. Každá ližina bude vyrobena ze tří, rozměrově podobných částí. Na vrchním konci poslední ližiny bude malý nájezd, který bude ohnutý pod úhlem a taky zde bude plech na této části zkosen. Toto zkosení bude sloužit jako nájezd a lehce bude zabraňovat proti klouzání ližiny. Na spodním konci první ližiny bude guma proti klouzání ližiny. Plechy budou protiskluzové v provedení Quintett. Na bočnicích a čelech ližin bude plech zaleštěn, aby o sebe jednotlivé části ližiny nedrhly. Spodní konec bude opatřen protiskluzovou páskou.



Obrázek 19-Ližina

- Pojistka

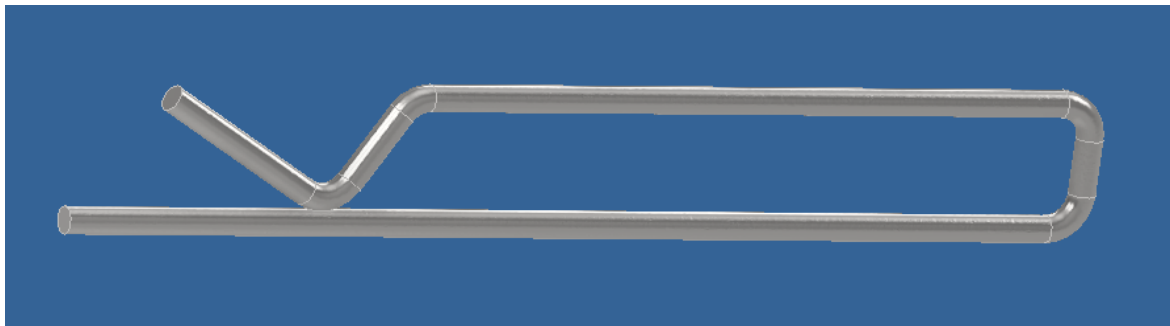
Bude vyrobena z materiálu AlMgSi (EN AW-6060) a AlMg1SiCu (EN AW-6061). Bude vyrobena ze čtyř částí. Dva trny s dírou pro závlačku, plech a úchop. Trny a úchop budou vyrobeny z materiálu EN AW-6060. Úchop bude vyroben z kulatiny, která se následně ohne ve dvou místech. Všechny komponenty budou k sobě přivařeny. Pojistka bude sloužit k tomu, aby se ližiny nevysouvaly, případně nezasouvaly jak ve složeném, tak i v rozloženém stavu.



Obrázek 20-Pojistka

- Závlačka

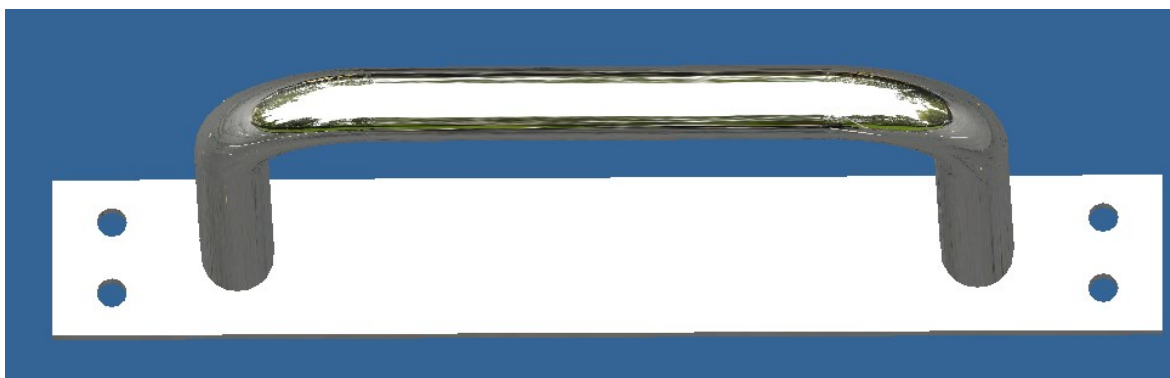
Závlačka bude vyrobena z pružinového materiálu EN 10270-1 DH a následně bude pozinkovaná.



Obrázek 21-Závlačka

- Přenoska

Úchop bude vyroben z materiálu AlMgSi (EN AW-6060) a deska z materiálu AlMg1SiCu (EN AW-6061). Takže ze dvou částí, a to plech a kulatina. Tyto části budou k sobě přivařeny. Celý úchop pak bude připevněn na první a nejširší ližinu pomocí čtyř nýtů a bude připevněn v půlce délky části ližiny. Nýty budou z materiálu 11 343.



Obrázek 22-Přenoska

6 Výpočet

6.1 Vhodný sklon rampy

Pokud se navrhuje schodiště, na kterém bude rampa, tak by schodiště mělo mít sklon max. 20°. V praxi taková schodiště už mají rampy nemobilní. Většina schodišť, které nemají rampu ani výtah, tak mají sklon kolem 30°, ale úhlopříčně neměří více než 3 metry. Schodiště, které se bude řešit, má sklon 23,62°, 12 schodů a není zde ani výtah ani nemobilní rampa.

- Celková délka rampy l_r
 - Celková délka rampy je myšlená jako rovná délka mezi spodním a vrchním zapřením
 - Počet schodů $i_s = 12$
 - Výška jednoho schodu $h_s = 14 \text{ cm}$
 - Délka náslapné plochy jednoho schodu $l_s = 32 \text{ cm}$

$$l_r = \frac{l_c}{\cos \alpha} = \frac{384}{\cos(23,62)} = 419,14 \text{ cm} \quad (1.0)$$

Celková délka rampy se zaokrouhlí na 420 cm.

- Celková výška schodiště h_c

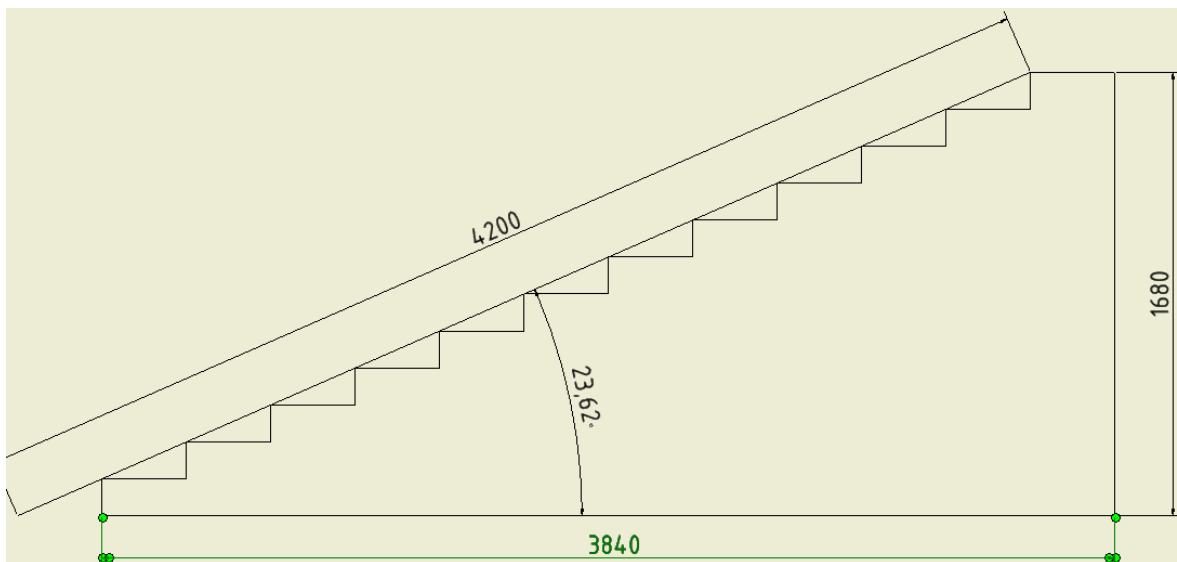
$$h_c = h_s \cdot i_s = 14 \cdot 12 = 168 \text{ cm} \quad (1.1)$$

- Celková délka schodiště

$$l_c = l_s \cdot i_s = 32 \cdot 12 = 384 \text{ cm} \quad (1.2)$$

- Sklon schodiště α

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{h_c}{l_c} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{168}{384} \right) = 23,62^\circ \quad (1.3)$$



Obrázek 23-Schéma schodiště

6.2 Maximální zatížení a moment síly a ideální sklon

6.2.1 Výpočet sil a mezního momentu

Většina invalidních vozíků má hmotnost 20 kg a co se týče maximální nosností 180 kg. Bude se tedy počítat s max. zatížením 200 kg s koeficientem bezpečnosti 1,2.

$$m_c = (m_v + m_i) \cdot k_m = (20 + 180) \cdot 1,2 = 240 \text{ kg} \quad (1.4)$$

- Maximální zatížení F_G

$$F_G = m_c \cdot g_z = 240 \cdot 9,81 = 2354,4 \text{ N} \quad (1.5)$$

- Síla F_1

$$F_1 = F_G \cdot \sin \alpha = 2354,4 \cdot \sin(23,62) = 943,68 \text{ N} \quad (1.6)$$

- Přítlačná síla F_N působící kolmo na ližiny

$$F_N = F_G \cdot \cos \alpha = 2354,4 \cdot \cos(23,62) = 2157 \text{ N} \quad (1.7)$$

- Invalidní vozíky mají běžně průměr kola 609,6 mm

- Síla F_2 pro výpočet momentu bez koeficientu bezpečnosti

$$F_2 = F_\xi \cdot \sin \alpha = 1962 \cdot \sin(23,62) = 786,4 \text{ N} \quad (1.8)$$

- Síla F_ξ působící kolmo na ližinu bez koeficientu bezpečnosti

$$F_\xi = (m_v + m_i) \cdot g_z = (20 + 180) \cdot 9,81 = 1962 \text{ N} \quad (1.9)$$

- Moment síly na jedno kolo, který musí být překonán, aby se vozík pohyboval po ližinách směrem nahoru

$$M_k = \frac{F_2}{2} \cdot \frac{d_1}{2} = \frac{786,4}{2} \cdot \frac{609,6}{2} = 119848,36 \text{ Nmm} \quad (2.0)$$

6.2.2 Výpočet hmotnosti a sklonu pro muže

Velikost síly lidské paže se odhaduje, že je 200 až 300 N [12]

- Pro mužskou paži se volí, že je schopná vyvinout sílu 250 N
- Výpočet maximálního momentu mužské paže na kolo

$$M_m = F_m \cdot \frac{d_1}{2} = 250 \cdot \frac{609,6}{2} = 76200 \text{ Nmm} \quad (2.1)$$

$$M_k > M_m$$

$$119848,36 > 76200$$

Z výpočtů je patrné, že pokud muž bude vážit 180 kg, tak bude potřebovat pomoc dalšího člověka, aby zdolal sklon 23,62°.

- Výpočet maximální hmotnosti muže, při které bude schopen vyjet rampu se sklonem 23,62° bez dopomoci
 - Řešení pomocí trojčlenky
 - Od výsledku se musí odečíst váha vozíku

$$\frac{M_k}{m_{vi}} = \frac{M_m}{m_{m'}} \Rightarrow m_{m'} = \frac{M_m \cdot m_{vi}}{M_k} = \frac{76200 \cdot 200}{119848,36} = 127,16 \text{ kg} \quad (2.2)$$

$$m_m = m_{m'} - m_v = 127,16 - 20 = 107,16 \text{ kg} \quad (2.3)$$

Aby byl schopen muž vyjet sám bez dopomoci po ližinách schodiště o sklonu 23,62°, tak musí být zachována podmínka, že jeho hmotnost musí být menší než 107,16 kg.

- Výpočet maximálního sklonu rampy pro 180 kg muže

$$\frac{M_k}{\sin \alpha} = \frac{M_m}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{M_m \cdot \sin \alpha}{M_k} = \frac{76200 \cdot \sin(23,62)}{119848,36} = 0,2543 \quad (2.4)$$

$$\beta = \sin^{-1} 0,2543 = 14,73^\circ$$

Pokud by muž měl hmotnost 180 kg, tak by sám bez dopomoci vyjel rampu o sklonu menší než 14,73°.

6.2.3 Výpočet hmotnosti a sklonu pro ženy

Velikost síly lidské paže se odhaduje, že je 200 až 300 N [12]

- Pro ženskou paži se volí, že je schopná vyvinout sílu 200 N
- Výpočet maximálního momentu ženské paže na kolo

$$M_z = F_z \cdot \frac{d_1}{2} = 200 \cdot \frac{609,6}{2} = 60960 \text{ Nmm} \quad (2.5)$$

$$M_k > M_z$$

$$119848,36 > 60960$$

Z výpočtů je patrné, že pokud žena bude vážit 180 kg, tak bude potřebovat pomoc dalšího člověka, aby zdolala sklon 23,62°.

- Výpočet maximální hmotnosti ženy, při které bude schopna vyjet rampu se sklonem 23,62° bez dopomoci
 - Řešení pomocí trojčlenky
 - Od výsledku se musí odečíst váha vozíku

$$\frac{M_k}{m_{vi}} = \frac{M_z}{m_{z'}} \Rightarrow m_{z'} = \frac{M_z \cdot m_{vi}}{M_k} = \frac{60960 \cdot 200}{119848,36} = 101,72 \text{ kg} \quad (2.6)$$

$$m_z = m_{z'} - m_v = 101,72 - 20 = 81,72 \text{ kg} \quad (2.7)$$

Aby byla schopna žena vyjet sama bez dopomoci po ližinách schodiště o sklonu 23,62°, tak musí být zachována podmínka, že její hmotnost musí být menší než 81,72 kg.

- Výpočet maximálního sklonu rampy pro 180 kg ženy

$$\frac{M_k}{\sin \alpha} = \frac{M_z}{\sin \gamma} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{M_z \cdot \sin \alpha}{M_k} = \frac{60960 \cdot \sin(23,62)}{119848,36} = 0,2038 \quad (2.8)$$

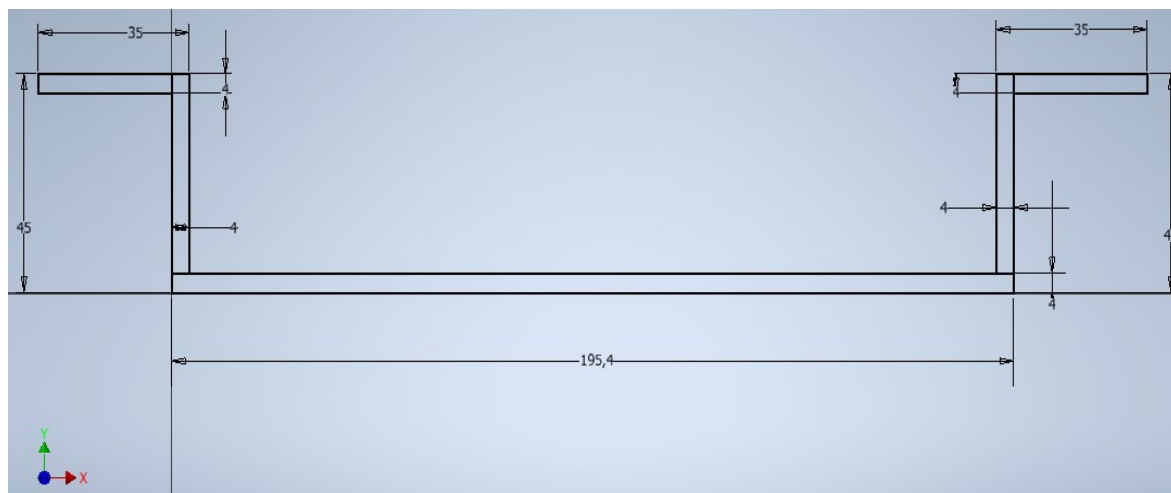
$$\gamma = \sin^{-1} 0,2038 = 11,75^\circ$$

Pokud by měla žena hmotnost 180 kg, tak by sama bez dopomoci vyjela rampu o sklonu menší než 11,75°.

6.3 Průhyb ližin

6.3.1 Základní parametry a profil ližiny

Profil ližiny je zjednodušen pro výpočet.



Obrázek 24-Zjednodušený profil ližiny

Tab. 5 Základní rozměry ližiny

Délka a [mm]	195,4
Délka b [mm]	4
Délka c [mm]	4
Délka d [mm]	45
Délka e [mm]	45
Délka f [mm]	4
Délka g [mm]	4
Délka h [mm]	4
Délka ch [mm]	35
Délka i [mm]	35

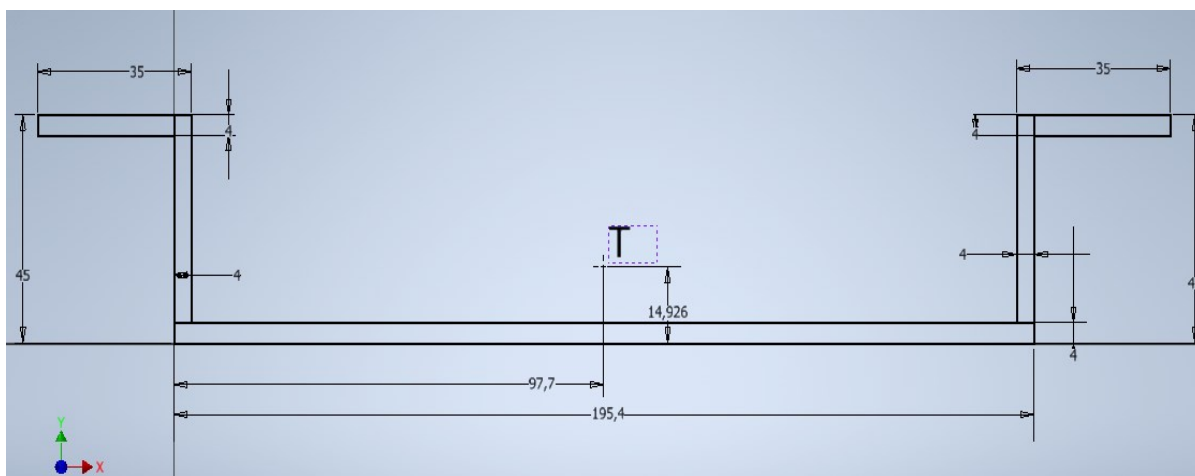
6.3.2 Poloha těžiště

Vzhledem k tomu, že na ose y jde o souměrný díl, tak poloha těžiště y_T bude v polovině:

$$y_T = \frac{a}{2} = \frac{195,4}{2} = 97,7 \text{ mm} \quad (2.9)$$

Poloha těžiště z_T na ose z

$$\begin{aligned}
 z_T &= \frac{\sum z_{it} \cdot S_i}{S_c} \\
 &= \frac{\left(\frac{d}{2} + f\right) \cdot (d - f) + \left(\frac{e}{2} + f\right) \cdot (e - f) + \frac{f}{2} \cdot a \cdot f + \left(d - \frac{g}{2}\right) \cdot (ch - b) \cdot g + \left(e - \frac{h}{2}\right) \cdot (i - c) \cdot h}{(a \cdot f) + ((d - f) \cdot b) + ((e - f) \cdot c) + ((ch - b) \cdot g) + ((i - c) \cdot h)} \\
 &= \frac{\frac{4}{2} \cdot 195,4 \cdot 4}{(195,4 \cdot 4)} + \frac{\left(\frac{45}{2} + 4\right) \cdot (45 - 4)}{((45 - 4) \cdot 4)} + \frac{\left(\frac{45}{2} + 4\right) \cdot (45 - 4)}{((45 - 4) \cdot 4)} + \frac{\left(45 - \frac{4}{2}\right) \cdot (35 - 4) \cdot 35}{((35 - 4) \cdot 4)} \\
 &\quad + \frac{\left(45 - \frac{4}{2}\right) \cdot (35 - 4) \cdot 35}{((35 - 4) \cdot 4)} = 14,926 \text{ mm}
 \end{aligned}
 \tag{3.0}$$



Obrázek 25-Těžiště

6.3.3 Osové momenty setrvačnosti a deviační moment setrvačnosti k těžišti

Osový moment setrvačnosti ;

$$\begin{aligned}
 J_{yt} &= \sum J_{yi} + (z_T - z_{iT})^2 \cdot S_i \\
 &= \left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot (d - f)^3 + \left(z_T - \left(\frac{d + f}{2} \right) \right)^2 \cdot b \cdot (d - f) \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot c \cdot (e - f)^3 + \left(z_T - \left(\frac{e + f}{2} \right) \right)^2 \cdot c \cdot (e - f) \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot a \cdot f^3 + \left(z_T - \frac{f}{2} \right)^2 \cdot a \cdot f \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot (ch - b) \cdot g^3 + \left(z_T - \left(d - \frac{g}{2} \right) \right)^2 \cdot g \cdot (ch - b) \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot (i - c) \cdot h^3 + \left(z_T - \left(e - \frac{h}{2} \right) \right)^2 \cdot h \cdot (i - c) \right) \\
 &= \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot (45 - 4)^3 + \left(14,926 - \left(\frac{45 + 4}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (45 - 4) \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot (45 - 4)^3 + \left(14,926 - \left(\frac{45 + 4}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (45 - 4) \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot 195,4 \cdot 4^3 + \left(14,926 - \frac{4}{2} \right)^2 \cdot 195,4 \cdot 4 \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot (35 - 4) \cdot 4^3 + \left(14,926 - \left(45 - \frac{4}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (35 - 4) \right) \\
 &+ \left(\frac{1}{12} \cdot (35 - 4) \cdot 4^3 + \left(14,926 - \left(45 - \frac{4}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (35 - 4) \right) \\
 &= 403437,0491 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

Osový moment setrvačnosti J_{zt}

$$\begin{aligned}
 J_{zt} &= \sum J_{zi} + (y_T - y_{iT})^2 \cdot S_i \\
 &= \left(\frac{1}{12} \cdot b^3 \cdot (d - f) + (y_T - (b))^2 \cdot b \cdot (d - f) \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot c^3 \cdot (e - f) + \left(y_T - \left(a - \frac{c}{2} \right) \right)^2 \cdot c \cdot (e - f) \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot a^3 \cdot f + \left(y_T - \frac{a}{2} \right)^2 \cdot a \cdot f \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot (ch - b)^3 \cdot g + \left(y_T - \left(\frac{b - ch}{2} \right) \right)^2 \cdot g \cdot (ch - b) \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot (i - c)^3 \cdot h + \left(y_T - \left(a + \frac{i - c}{2} \right) \right)^2 \cdot h \cdot (i - c) \right) \\
 &= \left(\frac{1}{12} \cdot 4^3 \cdot (45 - 4) + \left(97,7 - \left(\frac{4}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (45 - 4) \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot 4^3 \cdot (45 - 4) + \left(97,7 - \left(195,4 - \frac{4}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (45 - 4) \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot 195,4^3 \cdot 4 + \left(97,7 - \frac{195,4}{2} \right)^2 \cdot 195,4 \cdot 4 \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot (35 - 4)^3 \cdot 4 + \left(97,7 - \left(\frac{4 - 35}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (35 - 4) \right) \\
 &\quad + \left(\frac{1}{12} \cdot (35 - 4)^3 \cdot 4 + \left(97,7 - \left(194,4 + \frac{35 - 4}{2} \right) \right)^2 \cdot 4 \cdot (35 - 4) \right) \\
 &= 8689080,461 \text{ mm}^4
 \end{aligned} \tag{3.2}$$

Deviační moment setrvačnosti J_{yTzT}

$$J_{yTzT} = \sum 0 + (y_T - y_{Ti}) \cdot (z_T - z_{Ti}) \cdot S_i = 0 \text{ mm}^4 \tag{3.3}$$

Deviační moment setrvační je roven 0, protože se jedná o symetrickou součást.

6.3.4 Hlavní centrální momenty J_{min} a J_{max}

$$J_{max} = \frac{J_{yT} + J_{zT}}{2} + \sqrt{\left(\frac{J_{yT} - J_{zT}}{2}\right)^2 + J_{yTzT}^2} \quad (3.4)$$

$$= \frac{403437,049 + 8689080,461}{2} + \sqrt{\left(\frac{403437,049 - 8689080,461}{2}\right)^2 + (0)^2} = 8689080,461 \text{ mm}^4$$

$$J_{min} = \frac{J_{yT} + J_{zT}}{2} - \sqrt{\left(\frac{J_{yT} - J_{zT}}{2}\right)^2 + J_{yTzT}^2} \quad (3.5)$$

$$= \frac{403437,049 + 8689080,461}{2} - \sqrt{\left(\frac{403437,049 - 8689080,461}{2}\right)^2 + (0)^2} = 403437,049 \text{ mm}^4$$

6.3.5 Ověření výsledků v Autodesk Inventor

```

Plocha = 1357,6 mm^2
Obvod = 686,8 mm

Centroid, vzhledem k počátku náčrtu (mm)
X = 97,7
Y = 14,926

---
Setrvačnost vzhledem k počátku náčrtu (mm):

Tenzor setrvačnosti (mm^4).
Ixx = 705880,533
Ixy = 1979714,64
Iyx = 1979714,64
Iyy = 21647766,165

Polární moment setrvačnosti = 22353646,699 mm^4

---
Momenty setrvačnosti plochy vzhledem k hlavním osám (mm^4):
Ix = 403437,049
Iy = 8689080,461

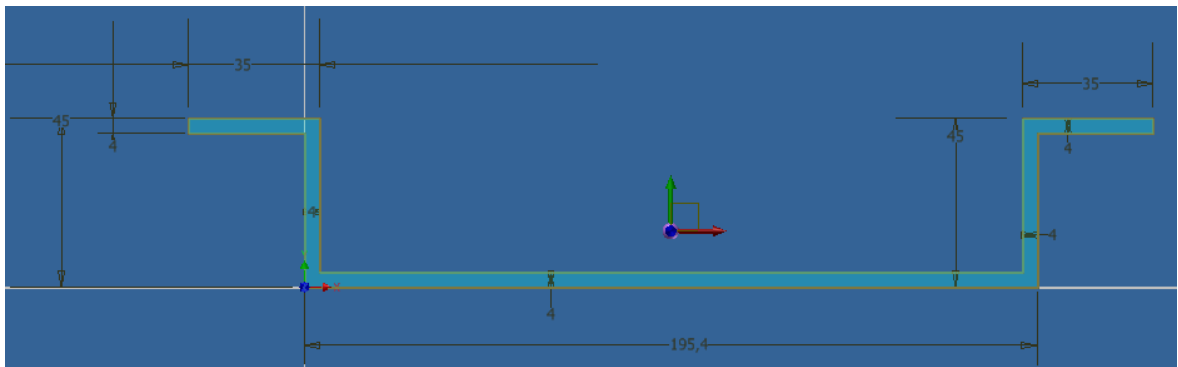
Polární moment setrvačnosti = 9092517,51 mm^4

Úhel natočení od promítnutého počátku náčrtu k hlavním osám
(stupně):
Kolem osy z = 0

Poloměry rotace vzhledem k hlavním osám (mm):
R1 = 17,239
R2 = 80,002

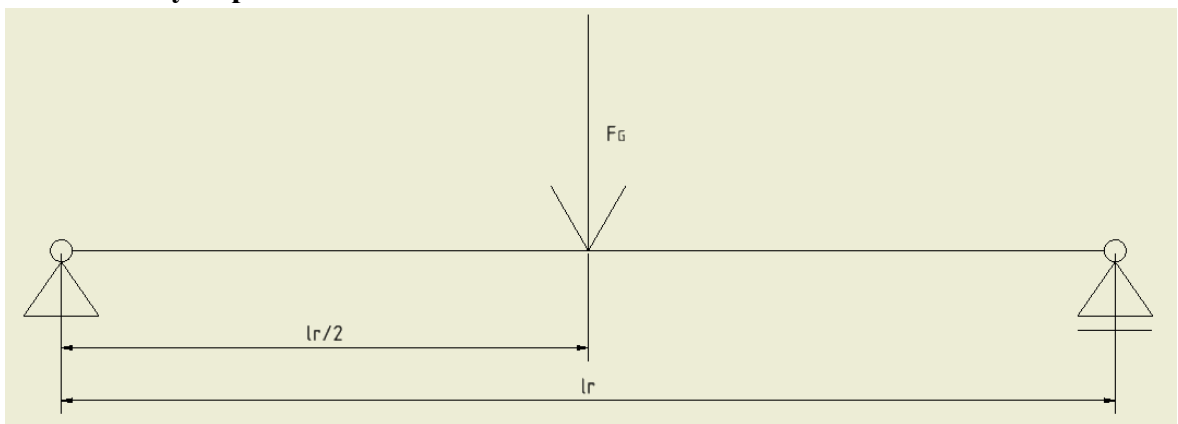
```

Obrázek 26-Ověření výsledků 1



Obrázek 27-Ověření výsledků 2

6.3.6 Průhyb uprostřed nosníku



Obrázek 28-Působíště síly

Pro maximální povolený průhyb určíme, že může být maximálně 2 % z délky rampy l_r . Bude se počítat s tím, že se ližiny použijí jako most s oporami jen na krajích, a takto se spočítá největší možný průhyb. Ližiny se pro výpočet berou jako nosník se zatížením ve středu a pro takový případ je známý vzorec pro průhyb W :

$$W = \frac{F_G \cdot l_r^3}{48 \cdot E \cdot J_{min}} = \frac{2354,4 \cdot 4200^3}{48 \cdot 70000 \cdot 403437,049} = 128,68 \text{ mm} \quad (3.6)$$

Kde E je modul pružnosti hliníku v tahu

$$E = 70 \text{ GPa}$$

Výsledný průhyb se musí podělit dvěma, protože jsou dvě ližiny.

$$W_c = \frac{W}{2} = \frac{128,68}{2} = 64,34 \text{ mm} \quad (3.7)$$

Výsledek tedy je, že se každá ližina prohne maximálně o 64,34 mm.

Maximální povolený průhyb:

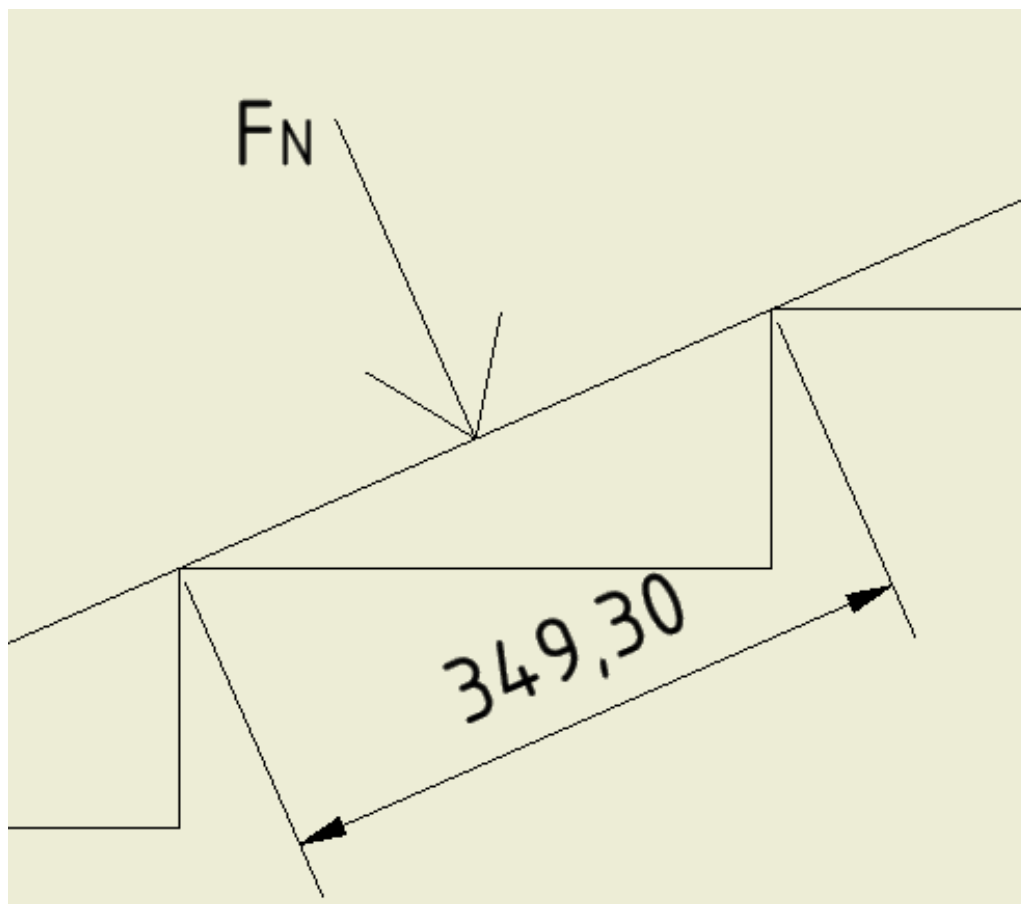
$$W_{max} = 0,02 \cdot l_r = 0,02 \cdot 4200 = 84 \text{ mm} \quad (3.8)$$

$$W_{max} \geq W_c$$

$$84 \geq 64,34$$

Podmínka je splněna.

6.3.7 Průhyb mezi jednotlivými schody



Obrázek 29-Působíště síly mezi dvěma schody

Přítlačná síla F_N působící kolmo na ližiny má hodnotu 2157 N a volím, že působí v polovině délky mezi jednotlivými schody. Vzorec pro výpočet je stejný jako v bodě 5.3.5, jen místo celkové délky ližiny se zde zadá délka mezi dvěma schody a síla působící kolmo na ližinu.

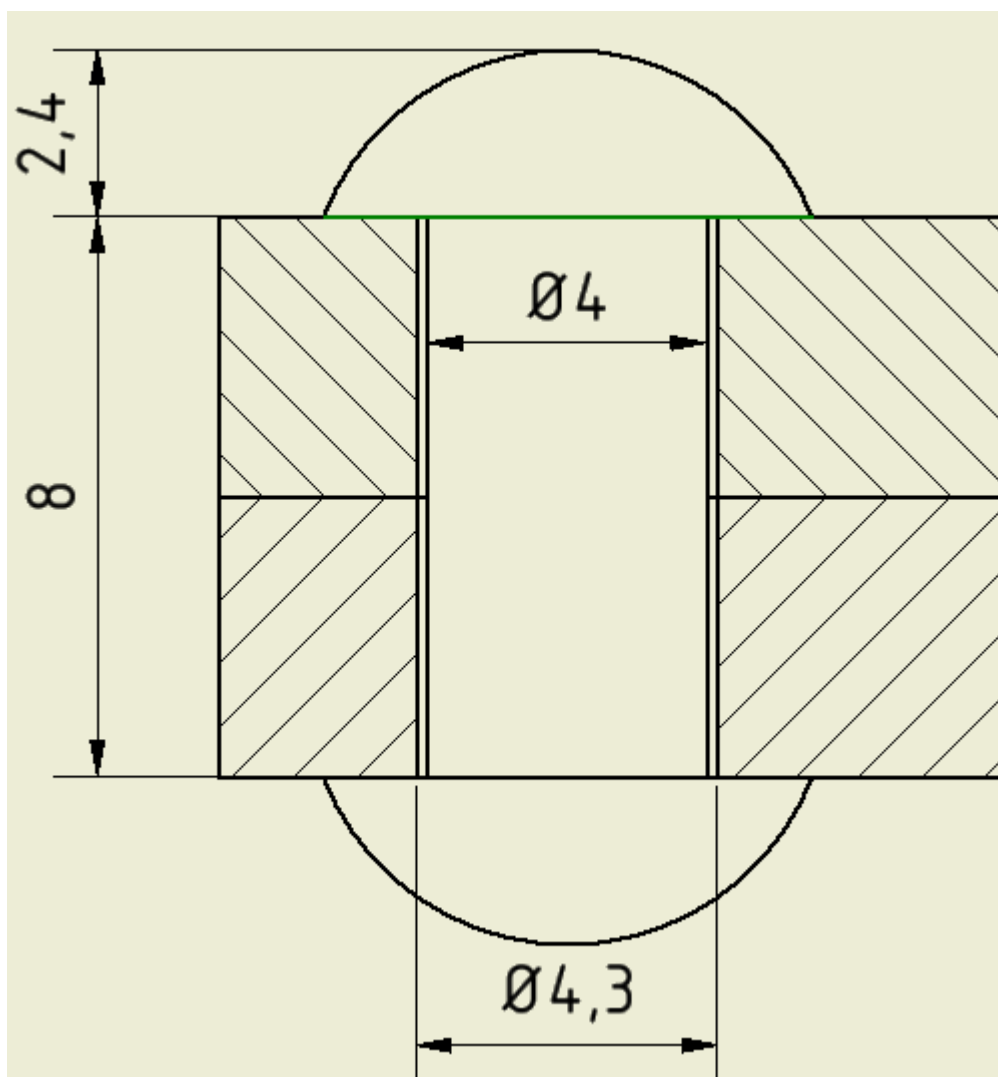
$$W_{JS} = \frac{F_N \cdot l_r^3}{48 \cdot E \cdot J_{min}} = \frac{2157 \cdot 349,3^3}{48 \cdot 70000 \cdot 403437,049} = 0,067 \text{ mm} \quad (3.9)$$

Výsledný průhyb se musí podělit dvěma, protože jsou dvě ližiny.

$$W_R = \frac{W_{JS}}{2} = \frac{0,067}{2} = 0,0335 \text{ mm} \quad (4.0)$$

6.4 Kontrola nýtového spoje

V kontrole nýtového spoje počítám s váhou ližiny a koeficientem bezpečnosti 1,2. Hmotnost ližiny bude $m_l = 15,969 \text{ kg}$. Nýty budou z materiálu 11 343.



Obrázek 30-Spojení pomocí nýtu

Mez kluzu pro materiál 11 343

$$R_e = 180 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí v tahu σ_{Dt}

Míru bezpečnosti k_n volím 2

$$\sigma_{Dt} = \frac{R_e}{k_n} = \frac{180}{2} = 90 \text{ MPa} \quad (4.1)$$

Dovolené smykové napětí

$$\tau_{DS} = 0,6 \cdot \sigma_{Dt} = 0,6 \cdot 90 = 54 \text{ MPa} \quad (4.2)$$

Působící síla

$$F_l = m_l \cdot g \cdot k = 15,969 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 187,8 \text{ N} \quad (4.3)$$

Kontrola na střih

$$\tau_s = \frac{F_l}{\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot i} = \frac{187,8}{\frac{\pi \cdot 4^2}{4} \cdot 4} = 3,74 \text{ MPa} \quad (4.4)$$

$$\tau_s \leq \tau_{DS}$$

$$3,74 \leq 54 \text{ MPa} \dots \text{Vyhovuje}$$

Kontrola na otlačení

$$p = \frac{F_l}{d \cdot s} = \frac{187,8}{4 \cdot 4} = 11,74 \text{ MPa} \quad (4.5)$$

$$p_D = 55 \text{ MPa}$$

$$p \leq p_D$$

$$11,74 \leq 55 \text{ MPa} \dots \text{Vyhovuje}$$

6.5 Minimální poloměr ohybu daného plechu

$$r_{min_p} = 1,5 \cdot t = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ mm} \quad (4.6)$$

7 Zásadní úpravy oproti původním ližinám

Varianta č.1, která se upravovala jsou ližiny PONDUS T2. Tyto ližiny mají oproti upraveným ližinám řešených v této práci složitější profil a jsou náročnější na výrobu. Základy ližin budou vyrobeny pouze vypálením laserem z plechu, ohýbáním a zaleštěním/zbroušením přebytečných protiskluzových částí. Nemusí se na ně už nic přivařovat ani se nijak složitě obrábět. Oproti původním ližinám budou vyrobeny z protiskluzového plechu a také nebudou mít na spodní ližině plast, ale budou mít na sobě nalepenou protiskluzovou pásku, která se dá při poškození nebo po opotřebení vyměnit. Zámek a zajištění proti složení či rozložení bude jako jedna součást. Úchop pro přenos ližin nebude sklopný.

8 Orientační náklady na výrobu

- Cena materiálu
 - Plech - hliník 4 x 1250 x 2000 - EN AW-6061
 - Z jednoho plechu budou vyrobeny všechny 3 ližiny, desky na pojistky a deska pod úchop na přenos
 - Cena celého plechu je 2657 Kč
 - Kulatina – hliník pr. 12 mm EN AW-6060
 - Z jedné kulatiny budou vyrobeny úchopy na pojistky, úchop pro přenos a čepy pro závlačku
 - Cena kulatiny 46,27 Kč
 - Závlačka
 - Cena závlačky 20,67 Kč
- Cena nakupovaných dílů
 - Protiskluzová páska
 - Cena pásy dlouhé 18 m je 585 Kč
 - Nýty
 - Cena jednoho nýtu $\varnothing 4 \text{ mm}$ je 0,49 Kč
- Cena práce
 - Svařování 380 Kč/hod práce
 - Ohýbání plechu 91,48 Kč/ohyb
 - Cena řezání laserem 74,9 Kč/metr
 - Cena ohýbaná tyčí 630 Kč/hod práce
 - Cena práce leštění a broušení 250 Kč/hod práce
- Celková cena ližin
 - Výrobní cena ližin bude součtem mezi cenou práce a cenou materiálu
 - Výrobní cena = cena materiálu + cena zámečnické práce
 - Cena materiálu = $2657 + 1,96 + 46,27 + 82,68 + 8,13 = 2796,04$
 - Cena práce = $0,5 \cdot 380 + 13 \cdot 91,48 + 0,2 \cdot 630 + 3 \cdot 250 + 561,75 = 2816,99 \text{ Kč}$
 - Cena výroby = $2787,91 + 2816,99 = 5613,03 \text{ Kč}$
 - Cena výroby páru ližin bude 11226,06 Kč

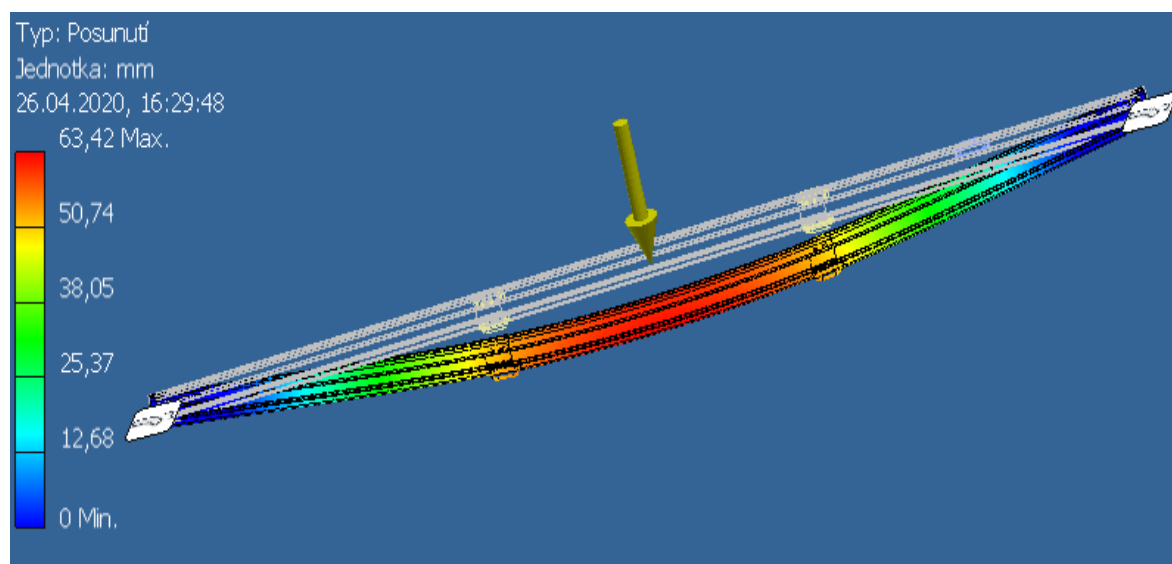
9 MKP pevnostní analýza

9.1 Kontrola průhybu celé ližiny

Pomocí pevnostní analýzy v programu Autodesk Inventor Professional 2020 byla kontrolována ližina. Do programu byly zadány všechny potřebné vstupy a byl spuštěn výpočet. Výsledné hodnoty jsou vyobrazeny na obr. 31.

Pevné vazby byly použity na obou koncích ližiny. Zatížení bylo zadáno v polovině ližiny. Síla, která byla použita, má hodnotu $\frac{F_G}{2} = 1177,2 \text{ N}$. Dotyky byly příslušně upraveny.

Vypočtená hodnota průhybu a hodnota z pevnostní analýzy se téměř shodují. Tato hodnota je zanedbatelná, protože takový průhyb se předpokládá jen v případě, že bude ližina použita jako most bez žádných podpěr. Odchylka mezi těmito výsledky je zanedbatelná. Hodnota výpočtová je 64,34 mm a hodnota z analýzy je 63,42 mm.



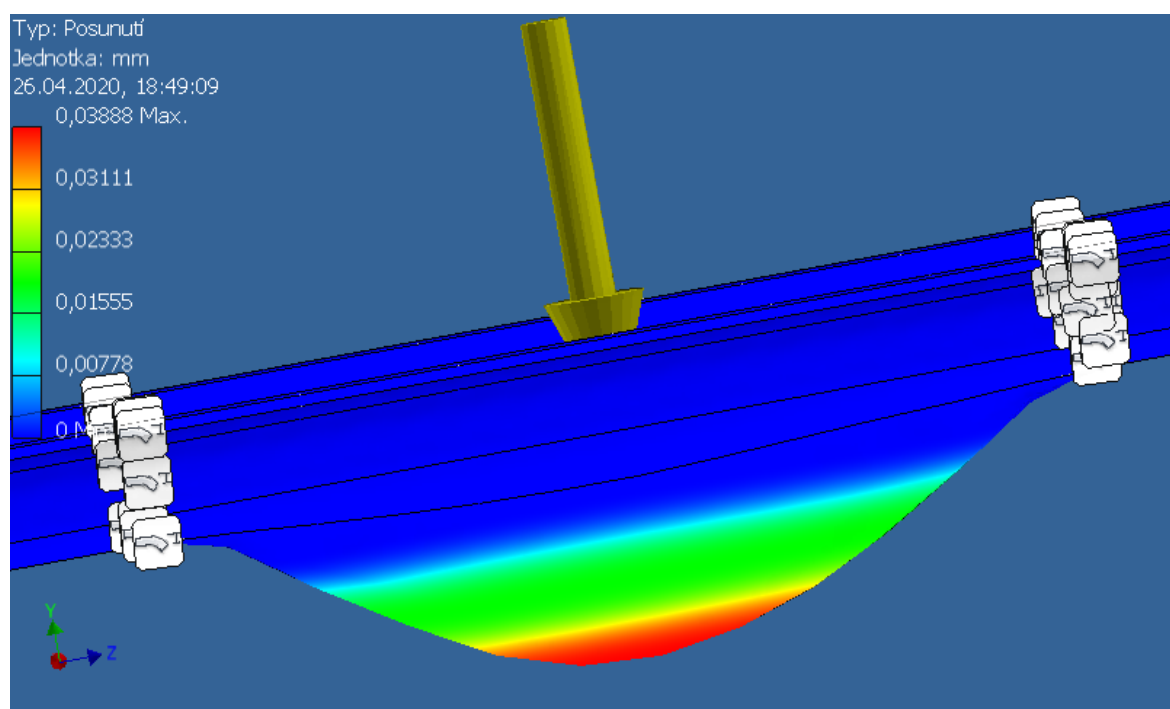
Obrázek 31-Průhyb MKP

9.2 Kontrola průhybu mezi dvěma schody

Pomocí pevnostní analýzy v programu Autodesk Inventor Professional 2020 byla kontrolována ližina mezi dvěma schody. Do programu byly zadány všechny potřebné vstupy a byl spuštěn výpočet. Výsledné hodnoty jsou vyobrazeny na obr. 32.

Pevné vazby byly použity na obou koncích ližiny v místě, kde se ližina dotýká schodů. Zatížení bylo zadáno v polovině této délky. Síla, která byla použita, má hodnotu $\frac{F_N}{2} = 1078,5 \text{ N}$. Tato síla působí kolmo na ližinu a je přepočítána podle úhlu sklonu schodiště.

Vypočtená hodnota průhybu a hodnota z pevnostní analýzy se téměř shodují. Odchylka mezi těmito výsledky je zanedbatelná. Hodnota výpočtová je $0,0335 \text{ mm}$ a hodnota z analýzy je $0,03888 \text{ mm}$.



Obrázek 32-Průhyb mezi dvěma schody MKP

10 Důležité výsledky

Tab. 6 Důležité výsledky

Parametr	Hodnota	Jednotka	Poznámka
Celková délka rampy	420	[cm]	
Sklon schodiště	23,62	[°]	
Maximální zatížení	2354,4	[N]	
Přítlačná síla	2157	[N]	
Síla F2 (vozík + člověk)	786,4	[N]	
Moment síly na jedno kolo pro muže	76200	[N·mm]	
Hmotnost muže pro sklon 23,62°	107,16	[kg]	
Maximální sklon rampy pro 180 Kg muže	14,73	[°]	
Moment síly na jedno kolo pro ženu	60960	[N·mm]	
Hmotnost ženy pro sklon 23,62°	81,72	[Kg]	
Maximální sklon rampy pro 180 Kg ženu	11,75	[°]	
Poloha těžiště pro osu y	97,7	[mm]	Ověřeno v Inventoru
Poloha těžiště pro osu z	14,926	[mm]	Ověřeno v Inventoru
Hlavní centrální moment J _{min}	403437,049	[mm ⁴]	Ověřeno v Inventoru
Hlavní centrální moment J _{max}	8689080,461	[mm ⁴]	Ověřeno v Inventoru
Průhyb jedné ližiny	64,34	[mm]	Ověřeno v Inventoru
Průhyb ližiny mezi dvěma schody	0,0335	[mm]	Ověřeno v Inventoru
Kontrola na otláčení	11,63	[MPa]	Vyhovuje
Kontrola na střih	3,7	[MPa]	Vyhovuje

11 Způsob výjezdu po rampě

Při výjezdu po rampě řešené v této práci musí být invalida obezřetný, protože se může stát, že vozík bude mít tendenci se překloupit dozadu a může dojít k poranění invalidy. Doporučuje se pomoc druhé osoby a výjezd takovým způsobem, že druhá osoba bude invalidu s vozíkem tahat, nikoliv tlačit, a takovým způsobem, že na rampu najedou první kola s větším průměrem.

12 Úvaha o způsobu brždění při sjíždění z rampy

Aby byl schopen člověk adekvátně brzdit sjezd z rampy na invalidním vozíku jen za pomoci svých rukou a bez cizí pomoci a bez brzd, tak musí mít fyzicky zdravou horní polovinu těla. Toto se však dá pouze u menších sklonů ramp a není to zcela bezpečné. U rampy řešené v této práci, která má sklon $23,62^\circ$, je nutné mít pro sjíždění z rampy na invalidním vozíku brzdu. Pokud vozík nemá brzdu, tak se dá dokoupit. Existují brzdy i pro jednoruké vozíčkáře. Pokud invalidní vozík nemá z nějakého důvodu brzdu a nelze ani dokoupit, tak při sjezdu z rampy musí invalidovi pomoci druhá osoba. Elektrické invalidní vozíky se pro tento sklon rampy nehodí, je příliš velký.

Cílem této práce bylo navrhnout úpravu mobilních nájezdových ramp pro vozíčkáře tak, aby byl schopen překonat vzdálenost 4-5 metrů. V první části byla zpracována teoretická část obsahující řešerši, orgánovou strukturu, morfologickou matici, požadavkový list.

Dále byly vybrány tři varianty, které byly mezi sebou porovnány a u té nejlepší varianty byla vytvořena hrubá stavební struktura, která se dále řešila detailně. Vybrána byla rampa teleskopická.

Nejprve byla vypočtena potřebná délka rampy na daný typ schodiště, její sklon a maximální zatížení rampy. Dále bylo navrženo, jaký maximální sklon rampy je schopen člověk vyjet bez cizí dopomoci, pokud bude mít hmotnost 180 kg. Návrh byl proveden jako pro muže, tak pro ženy. Tento výpočet byl také proveden pro tuto konkrétní rampu s úhlem sklonu $23,62^\circ$. Opět byl výpočet udělán zvlášť pro muže a ženy. V dalších výpočtech byl vypočítán maximální průhyb rampy při maximálním zatížení, když se rampa bude využívat jako „most“ bez podpěrných bodů, krom okrajových částí rampy, a maximální průhyb rampy při reálném použití. Tyto výpočty průhybů byly kontrolovány pomocí metody MKP v programu Autodesk Inventor Professional.

Byla vypočtena orientační výrobní cena páru ramp, která vychází na 11 226,06 Kč. Jde pouze o cenu výroby, nikoliv o cenu se ziskem z prodeje. Cena původních ramp, ze kterých bylo vycházeno, je 7 960 Kč. Jedna rampa bude vyrobena z jednoho kusu plechu.

Navržené rampy se mohou využívat jak pro vnitřní prostory, tak pro vnější prostory.

14 Poděkování

Na závěr bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Dr.Ing. Jaroslavu Meleckému, za jeho rady a vedení touto prací.

15 Seznam použité literatury

- [1] Ližina GARCÍA 2351 | HORIZONT-NARE s.r.o. -- E-SHOP. *HORIZONT-NARE s.r.o. -- E-SHOP* [online]. Dostupné z: <https://www.horizont-nare.cz/horizont-nare/eshop/12-1-Najezdove-liziny/0/5/147-Lizina-GARCIA-2352>
- [2] Ližina GARCÍA 2350 | HORIZONT-NARE s.r.o. -- E-SHOP. *HORIZONT-NARE s.r.o. -- E-SHOP* [online]. Dostupné z: <https://www.horizont-nare.cz/horizont-nare/eshop/12-1-Najezdove-liziny/0/5/131-Lizina-GARCIA-2350>
- [3] Lipatech-nabídka nájezdů pro vozíčkáře. *Lipatech-nabídka nájezdů pro vozíčkáře* [online]. Copyright © Lipatech s.r.o. [cit. 10.12.2019]. Dostupné z: <http://www.invalidninajezdy.eu/rampy/atv16/>
- [4] Lipatech-nabídka nájezdů pro vozíčkáře. *Lipatech-nabídka nájezdů pro vozíčkáře* [online]. Copyright © Lipatech s.r.o. [cit. 10.12.2019]. Dostupné z: <http://www.invalidninajezdy.eu/rampy/str001/>
- [5] Hecht 005003 Nájezdové rampy | MALL.CZ. *MALL.CZ – bílé zboží, elektronika, PC, outdoor, hobby, hračky, kosmetika, chovatelské potřeby* [online]. Copyright © 2000 [cit. 19.02.2020]. Dostupné z: https://www.mall.cz/vybaveni-garaze/hecht-005003-najezdove-rampy?gclid=CjwKCAiAlrPyBRAREiwAIUly8CXLw92yJSxCVmiJqT2Bgy52hJGhTP0Ak60HzdZdzC5m553ARcSMaRoCFVcQAvD_BwE
- [6] Nájezdové rampy PONDUS T2 | Meyra ČR. *Invalidní vozíky a zdravotnické pomůcky | Meyra ČR* [online]. Copyright © 2015 [cit. 19.02.2020]. Dostupné z: <https://www.meyra.cz/najezdove-rampy-pondus-t2.html>
- [7] European Patent Office. [online]. 16.12.2019 [cit. 16.12.2019]. Dostupné z: <http://www.epo.org/>
- [8] Hliník. Informace o hliníku-slitiny a povrchová úprava | NPS PROAL. *Hliníkové profily, tyče, plechy a desky | PROAL Ostrava* [online]. Copyright © 2019 NPS PROAL Ostrava. Hliníkové profily, tyče, plechy, desky a systémy. [cit. 16.12.2019]. Dostupné z: <https://proal.cz/hlinik/>
- [9] HUBKA, Vladimír. *Konstrukční nauka: obecný model postupu při konstruování*. Praha: KONSERVIS, 1991, 104 s. ISBN 80-901135-0-8.
- [10] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008, xiv, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [11] *Matematické, fyzikální a chemické tabulky: pro střední školy*. Praha: Ottovo nakladatelství, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-7451-472-2.
- [12] Kaláb, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro 2. a 3. ročník bakalářského studia*. Skriptum, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2015. 411 p.

- [13] Italinox [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena Italinox [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://www.italinox.cz/plechy/charakteristika-materialu/strana-2>
- [14] Feron online-Materiálové normy. *Feron online-Vítejte* [online]. Copyright © 2017 Feron a.s. [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/materialove-normy/>
- [15] *Schodiště a šikmé rampy-Základní požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010
- [16] Protiskluzové plechy | Alumex Praha. *Střechy na klíč | Alumex Praha* [online]. Dostupné z: <http://alumex.cz/protiskluzov%C3%A9-plechy.html>
- [17] Hliníkové U profily. *Hliníkové profily, hliníkové plechy e-shop* [online]. Copyright © 2020 Hliníkové profily, hliníkové plechy [cit. 05.04.2020]. Dostupné z: <https://www.ehlinik.cz/hlinikove-u-profily/kat-H300000101.html>
- [18] Hliníková deska AL 99,5 Modelcraft, 400 x 200 x 1,5 mm | Conrad.cz. *Conrad Electronic – obchod s elektronikou a technikou* [online]. Copyright © [cit. 05.04.2020]. Dostupné z: https://www.conrad.cz/hlinikova-deska-al-99-5-modelcraft-400-x-200-x-1-5-mm.k293091?gclid=CjwKCAjwg6b0BRBMEiwANd1_SDciLv1w2jGvhFQmfXIUr7o5yWeXQFseFcltpNqxqokJw922zkKa4BoCkUYQAvD_BwE

16 Seznam výkresové dokumentace

Výkres číslo 1	LIP0052-001	Deska pro přenos
Výkres číslo 2	LIP0052-002	Úchop
Výkres číslo 3	LIP0052-003	Přenoska
Výkres číslo 4	LIP0052-004	Deska pro čepy
Výkres číslo 5	LIP0052-005	Čep
Výkres číslo 6	LIP0052-006	Pojistka
Výkres číslo 7	LIP0052-007	Ližina 1
Výkres číslo 8	LIP0052-008	Ližina 2
Výkres číslo 9	LIP0052-009	Ližina 3
Výkres číslo 10	LIP0052-010	Závlačka
Výkres číslo 11	LIP0052-011	Rozložená komplet
Výkres číslo 12	LIP0052-012	Složená komplet